



## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

<b>(51) Classification internationale des brevets <sup>6</sup> :</b> <b>B29D 11/00, B29C 33/38, G02B 5/32, 1/10</b>	<b>A1</b>	<b>(11) Numéro de publication internationale: WO 99/29494</b> <b>(43) Date de publication internationale: 17 juin 1999 (17.06.99)</b>
<b>(21) Numéro de la demande internationale:</b> PCT/FR98/02572 <b>(22) Date de dépôt international:</b> 30 novembre 1998 (30.11.98) <b>(30) Données relatives à la priorité:</b> 97/15712 11 décembre 1997 (11.12.97) FR <b>(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US):</b> ESSILOR INTERNATIONAL COMPAGNIE GENERALE D'OPTIQUE [FR/FR]; 147, rue de Paris, F-94227 Charenton Cedex (FR). <b>(72) Inventeurs; et</b> <b>(75) Inventeurs/Déposants (US seulement):</b> KELLER, Gerhard [DE/FR]; 37 bis, avenue Miss Cavell, F-94100 Saint Maur des Fosses (FR). DUFRESNE, Jean-François [FR/FR]; 7, square du Bout des Champs, F-77680 Roissy en Brie (FR). MASSEY, Gilles [FR/FR]; 1, résidence de France, F-94430 Chennevières sur Mame (FR). WHITE, Sidney, Shaw, Jr. [US/US]; 12159 Kay Drive North, Seminole, FL 33772 (US). BRALEY, Walter, Charles [US/US]; 9550 Tara Cay Court, Seminole, FL 33776 (US). MORALES, Wilson, Basilio, Jr. [US/US]; 2561 62nd Street North, St. Petersburg, FL 33710 (US). BOSMANS, Richard [FR/FR]; 9, allée de la Petite Plaine, F-94880 Noisieu (FR).	<b>(74) Mandataire:</b> BUREAU D.A. CASALONGA-JOSSE; 8, avenue Percier, F-75008 Paris (FR). <b>(81) Etats désignés:</b> JP, US, brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). <b>Publiée</b> <i>Avec rapport de recherche internationale.</i>	
<b>(54) Title:</b> METHOD FOR OBTAINING AN OPHTHALMIC LENS COMPRISING A SURFACE UTILITY MICROSTRUCTURE AND RESULTING OPHTHALMIC LENSES <b>(54) Titre:</b> PROCEDE D'OBTENTION D'UNE LENTILLE OPHTALMIQUE COMPORTANT UNE MICROSTRUCTURE UTILITAIRE EN SURFACE ET LENTILLES OPHTALMIQUES AINSI OBTENUES <b>(57) Abstract</b> The invention concerns a method for obtaining an ophthalmic lens comprising a surface utility microstructure, in particular antiglare. The method for obtaining an ophthalmic lens comprising a surface utility microstructure consists in a step for transferring the microstructure into the lens surface from a mould whereof the internal surface bears the microstructure and has a sight correcting geometric design, the microstructure being initially determined by an interferential process. The invention is useful for making ophthalmic lenses. <b>(57) Abrégé</b> Procédé d'obtention d'une lentille ophtalmique comportant en surface une microstructure utilitaire, en particulier anti-reflets. Le procédé d'obtention d'une lentille ophtalmique comportant en surface une microstructure utilitaire selon l'invention comprend une étape de transfert de la microstructure dans une surface de la lentille à partir d'un moule dont une surface interne porte la microstructure et possède une géométrie correctrice de la vue, la microstructure étant initialement déterminée par un procédé interférentiel. Applications à la fabrication de lentilles ophtalmiques.		

# **UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION**

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

**Procédé d'obtention d'une lentille ophtalmique comportant une microstructure utilitaire en surface et lentilles ophtalmiques ainsi obtenues.**

La présente invention concerne, d'une manière générale, un procédé d'obtention d'une lentille ophtalmique comportant une microstructure utilitaire en surface, et plus particulièrement une microstructure anti-reflets.

5 A l'heure actuelle, le moyen le plus couramment utilisé pour conférer des propriétés anti-reflets à des lentilles ophtalmiques, en particulier en verre organique, consiste à déposer sur la lentille une couche ou un système de couches anti-reflets en matériaux minéraux. L'utilisation d'une telle couche anti-reflets en matériaux minéraux  
10 présente des inconvénients en ce qu'elle peut modifier les propriétés mécaniques de la lentille obtenue, et plus particulièrement peut modifier les propriétés anti-abrasives des couches dures anti-abrasives également déposées sur la lentille ophtalmique.

La réalisation de propriétés optiques à partir de microstructures  
15 en surface est un domaine connu dans le monde de l'optique. Ainsi, le document US-A-5 630 902 décrit le transfert d'une microstructure constituée d'éléments optiques diffractifs dans une couche d'un matériau photopolymérisable déposée sur un substrat en matière plastique par emboutissage, par exemple au moyen d'une matrice en quartz portant la  
20 microstructure voulue.

Le document US-A-4 013 465 décrit un procédé de réalisation d'une surface ayant une réflexion réduite vis-à-vis du rayonnement électromagnétique, qui consiste à appliquer sur une surface d'un substrat une couche d'un matériau photosensible, à exposer ce matériau à un motif  
25 régulier de rayonnement électromagnétique auquel il est sensible et à

développer le matériau photosensible, de sorte que la topographie de la surface du matériau développée corresponde aux motifs lumineux, de manière à obtenir une surface ayant une réflexion réduite du rayonnement visible.

- 5 Le document GB-A-2 027 441 décrit un procédé de fabrication d'un article comprenant une couche ou corps mis en forme, en matériau plastique, monolithique, constitué de certains polymères réticulés et comportant une ou plusieurs surfaces portant une réplique d'une microstructure, qui consiste à remplir un moule maître portant la
- 10 microstructure avec une composition fluide coulable, polymérisable par addition au moyen d'un rayonnement, réticulable, oligomérique, ayant à la fois des segments "durs" et "mous", et en exposant la composition coulée à un rayonnement actinique pour ainsi former l'article. Ce document précise que le terme microstructure recouvre des
- 15 discontinuités, telles que des projections et des indentations, dans la surface, dont le profil varie à partir d'une ligne moyenne ou centrale passant à travers la microstructure de telle sorte que la somme des surfaces embrassées par le profil de surface au-dessus de la ligne soit égale à la somme des surfaces en dessous de la ligne, la ligne étant essentiellement
- 20 parallèle à la surface normale (portant la microstructure) de l'article. La hauteur de ces déviations varie de  $\pm 0,05 \mu\text{m}$  à  $\pm 750 \mu\text{m}$  sur une longueur caractéristique représentative de la surface, par exemple 1 à 30 cm. Le profil moyen ou ligne centrale, peut être plan, concave, convexe, asphérique ou une combinaison de ces formes.
- 25 Des articles dans lesquels ces déviations sont d'ordre inférieur, c'est-à-dire de  $\pm 0,005 \mu\text{m}$  à  $0,1 \mu\text{m}$  ou, de préférence, de  $\pm 0,05 \mu\text{m}$ , et ces déviations sont peu fréquentes ou d'apparition minimale, c'est-à-dire que la surface est libre de toute discontinuité significative, sont celles pour lesquelles la surface portant la microstructure est une surface "plate" ou
- 30 "parfaitement lisse". De tels articles sont utiles, par exemple, comme éléments d'optique de précision ou éléments avec un interface optique de précision, tels que des lentilles ophtalmiques. Les articles pour lesquels ces déviations sont d'ordre inférieur mais d'occurrence fréquente, sont ceux, par exemple, portant des discontinuités utilitaires, comme dans le
- 35 cas d'articles ayant une microstructure anti-reflets. Les articles pour

lesquels les déviations sont d'ordre élevé, c'est-à-dire de  $\pm 0,1 \mu\text{m}$  à  $\pm 750 \mu\text{m}$ , auxquels peut être attribuée une microstructure comprenant un ensemble de discontinuités utilitaires, qui sont identiques ou différentes, espacées ou contiguës, de manière aléatoire ou ordonnée, sont des articles  
5 tels que les feuilles rétroflectrices, des lentilles de Fresnel linéaires et des disques vidéo. En outre, ce document mentionne qu'il peut être nécessaire ou souhaitable de choisir les compositions oligomériques particulières dont le retrait au durcissement soit faible pour éviter l'apparition de discontinuités parasites interférant avec les discontinuités utilitaires.

10 La présente invention a donc pour objet un procédé d'obtention d'une lentille ophtalmique, c'est-à-dire un article ayant une géométrie correctrice de la vue, comportant en surface une microstructure utilitaire, c'est-à-dire ayant des propriétés optiques, en particulier des propriétés anti-reflets, la géométrie de la microstructure utilitaire étant initialement  
15 déterminée par un procédé interférentiel.

La présente invention a également pour objet les lentilles ainsi obtenues comportant une surface à géométrie correctrice de la vue pourvue d'une microstructure utilitaire, en particulier ayant des propriétés anti-reflets, dont la géométrie est initialement déterminée par  
20 un procédé interférentiel.

Cette microstructure utilitaire peut être réalisée dans une surface de la lentille elle-même ou dans une couche fonctionnelle superficielle de la lentille ophtalmique.

25 Selon l'invention, le procédé d'obtention d'une lentille ophtalmique comportant en surface une microstructure utilitaire dont la géométrie a été initialement déterminée par un procédé interférentiel, comprend une étape de transfert de la microstructure à partir d'un moule dont une surface interne porte la microstructure et possède une géométrie correctrice de la vue.

30 De préférence, la surface à géométrie correctrice de la vue est une surface à géométrie progressive. En général, la courbure de la surface à géométrie progressive du moule a un rayon de courbure mesuré en un point quelconque de la surface correctrice compris entre 40 mm et 100 mm.

35 On peut utiliser dans le procédé de la présente invention tous

types de moulage classiques pour la fabrication de lentilles ophtalmiques, tels que le moulage direct, par exemple au moyen d'un moule intégral ou au moyen d'un moule composite à élément rapporté ou à insert, ou encore par surmoulage, et les moulages dits "par transfert", par exemple par emboutissage, ou par la méthode bien connue dans l'optique ophtalmique du transfert par "revêtement dans le moule" ("In-Mold Coating").

Dans une première réalisation de l'invention, le moule utilisé est un moule intégral, c'est-à-dire que la microstructure utilitaire est formée directement dans une surface interne du moule possédant la géométrie correctrice de la vue requise. Le moule peut être en matière plastique, en verre minéral ou en métal, en particulier en nickel.

Dans une seconde réalisation de l'invention, le moule est un moule composite qui comprend un élément rapporté ayant une surface dans laquelle est formée la microstructure utilitaire, cet élément rapporté épousant la surface du moule présentant la géométrie correctrice de la vue, de sorte que la surface de l'élément rapporté comportant la microstructure utilitaire ait également la géométrie correctrice de la vue voulue. L'élément rapporté peut être initialement conformé pour présenter la géométrie correctrice de la vue voulue et être fixé à la surface correspondante du moule, par exemple au moyen d'un adhésif. L'élément rapporté peut également avoir initialement une forme plane et être ensuite déformé pour épouser la surface à géométrie correctrice de la vue du moule. Dans ce dernier cas, l'élément rapporté peut également se fixer à la surface à géométrie correctrice de la vue du moule au moyen d'un adhésif. Lorsque l'élément rapporté portant la microstructure est un élément en matière plastique destiné à être appliqué sur une surface d'un moule, cet élément doit posséder un minimum d'élasticité dans le plan pour pouvoir être convenablement appliqué. Des éléments appropriés de ce type sont des éléments en polyuréthane ayant par exemple un module d'Young mesuré à 30°C de 1,2 Giga Pascals. De manière générale, les éléments appropriés ont un module d'Young inférieur à 2,5 Giga Pascals.

Enfin, l'élément rapporté peut être constitué par une couche de matériau, tel qu'une matière plastique formée directement sur une surface d'un substrat.

Dans une troisième réalisation de l'invention, le moule est un

le moule composite qui comprend un insert plan pourvu sur une de ses surfaces de la microstructure utilitaire, cet insert plan étant déformé dans le moule pour épouser la surface à géométrie correctrice de la vue du moule par application dans le moule d'une pression ou d'un vide.

5 On peut utiliser dans le procédé d'obtention de lentilles ophtalmiques selon l'invention, tous matériaux ou compositions optiques, durcissables thermiquement ou au moyen d'un rayonnement actinique, en particulier au moyen d'un rayonnement UV, qui peut être coulé ou injecté dans le moule, et qui conduit à des lentilles ophtalmiques ayant la  
10 transparence optique voulue et les propriétés mécaniques voulues. Ces matériaux ou compositions optiques comprennent non seulement les matériaux et compositions servant à fabriquer la lentille ophtalmique elle-même, mais également les matériaux et compositions permettant le dépôt de couches fonctionnelles particulières sur une lentille  
15 ophtalmique, tels que les matériaux destinés à la formation d'une couche anti-abrasion sur une lentille ophtalmique.

De préférence, le matériau ou la composition optique est un matériau thermoplastique ou une composition liquide de monomères durcissables thermiquement ou au moyen d'un rayonnement actinique.  
20 Les compositions liquides de monomères sont particulièrement recommandées dans le procédé de l'invention.

Parmi les monomères utiles dans les compositions de monomères optiques utilisables dans le procédé de la présente invention, on peut citer les (méth)acrylates d'alkyle, en particulier les  
25 (méth)acrylates d'alkyle en  $C_1$ - $C_4$  tels que le méthyl(méth)acrylate et l'éthyl(méth)acrylate, les dérivés allyliques tels que les allyl carbonates de polyols aliphatiques ou aromatiques, linéaires ou ramifiés et les dérivés thio(méth)acryliques.

Des monomères particulièrement recommandés dans le procédé  
30 de l'invention sont les allyl carbonates de polyols parmi lesquels on peut citer l'éthylèneglycol bis allyl carbonate, le diéthylène glycol bis 2-méthyl carbonate, le diéthylène glycol bis(allyl carbonate), l'éthylène glycol bis (2-chloro allyl carbonate), le triéthylène glycol bis(allyl carbonate), le 1,3-propane diol bis(allyl carbonate), le propylène glycol  
35 bis (2-éthyl allyl carbonate), le 1,3-butane diol bis(allyl carbonate), le

1,4-butane diol bis (2-bromo allyl carbonate), le dipropylène glycol bis(allyl carbonate), le triméthylène glycol bis(2-éthyl allyl carbonate), le pentaméthylène glycol bis(allyl carbonate), l'isopropylène bisphénol-A bis(allyl carbonate). Un monomère particulièrement recommandé est  
5 le diéthylène glycol bis(allyl carbonate).

Une autre classe de monomères convenant pour les compositions utilisables dans le procédé de la présente invention, comprend les (méth) acrylates aromatiques polyéthoxylés tels que les bis phénol-A diméthacrylate polyéthoxylés, en particulier ceux décrits dans la  
10 demande de brevet français FR-A-2 699 541.

On peut également utiliser les monomères thio(méth) acryliques, en particulier ceux décrits dans la demande de brevet français FR-A-2 734 827.

On peut également utiliser des compositions à base de polythiols et de polyisocyanates sous forme monomérique, conduisant à des polythiouréthannes tels que décrits notamment dans le brevet US 4 689  
15 387.

Enfin, on peut utiliser des compositions renfermant un ou plusieurs monomères di- ou polythiol avec un ou plusieurs monomères porteurs de groupements insaturés réactifs avec des fonctions thiols, tels  
20 que les groupements vinyliques, (méth)acryliques et thio(méth)acryliques.

Bien évidemment, les compositions de monomères peuvent comprendre des mélanges des monomères ci-dessus.

On a remarqué que plus l'indice de réfraction de la couche comportant la microstructure est élevé, plus l'effet anti-reflet est prononcé. De ce fait, l'indice de la couche microstructurée est de préférence égal ou supérieur à 1,55, mieux égal à 1,6 ou plus. Il est bien évident que cette couche microstructurée peut être constituée par le verre  
25 organique ou par une couche superficielle telle qu'un revêtement anti-abrasion déposée sur une surface d'un substrat en verre organique.

Parmi les matériaux thermoplastiques utiles dans le procédé de l'invention, on peut citer les prépolymères et polymères thermoplastiques tels que les polycarbonates thermoplastiques.

35 Selon un autre aspect du procédé de l'invention, la



microstructure utilitaire est impartie, non pas dans la lentille ophtalmique elle-même, mais dans un revêtement fonctionnel déposé sur cette lentille, tel que par exemple un revêtement anti-abrasion. Dans ce cas, on peut utiliser dans le procédé de la présente invention, toutes compositions de monomères durcissables convenant pour former sur une lentille ophtalmique une couche de propriété particulière, telle que par exemple une couche anti-abrasion.

Parmi ces compositions durcissables résistant à l'abrasion, on peut citer les compositions à base d'hydrolysat de silane, en particulier d'hydrolysat d'époxysilane telles que celles décrites dans la demande de brevet français n° 93 026 49, et les compositions à base de dérivés acryliques.

Bien évidemment, les matériaux et compositions optiques utiles dans le procédé de la présente invention peuvent comporter tous adjuvants classiquement utilisés dans la fabrication des lentilles ophtalmiques, et en particulier des initiateurs et catalyseurs de polymérisation thermique et/ou photochimique.

Comme indiqué, la géométrie de la microstructure utilitaire est initialement déterminée par un procédé interférentiel, c'est-à-dire que la microstructure utilitaire est soit formée directement sur la surface du moule par un procédé interférentiel, soit est obtenue par transfert à partir d'une matrice dont une surface comporte une microstructure utilitaire obtenue par un procédé interférentiel.

Plus précisément, le procédé interférentiel consiste à réaliser une figure de franges d'interférences par superposition de deux ondes lumineuses cohérentes, par exemple deux faisceaux lasers, et à irradier une couche de matériau photosensible déposée sur un substrat au moyen de cette figure de franges d'interférences.

En développant ensuite, de manière classique, la couche de matériau photosensible, on obtient une microstructure périodique.

On peut prévoir deux étapes d'irradiation de la couche photosensible en ayant fait tourner le substrat, de préférence de 90° après la première étape d'irradiation, et on développe ensuite de manière classique la couche de matériau photosensible.

On obtient alors une microstructure périodique dans le plan. On

peut ainsi obtenir une structure isotrope dont les propriétés anti-reflets sont indépendantes de l'angle de vision.

Bien évidemment, on peut utiliser des figures de franges d'interférence ayant des pas ( $i$ ) et des amplitudes ( $2A$ ) différentes ou identiques. On peut également répéter plusieurs fois les étapes d'irradiations pour ainsi obtenir après développement une microstructure finale constituée de plusieurs microstructures superposées.

Généralement, la longueur d'onde des faisceaux lumineux cohérents, par exemple des faisceaux lasers, est comprise entre 170 et 510 nm et le pas de la figure de franges d'interférences (et par conséquent de la microstructure périodique obtenue) est compris entre 100 et 300 nm. L'amplitude  $2A$  est généralement comprise entre 100 et 300 nm.

De préférence, on utilise des ondes lumineuses planes, et on obtient ainsi une microstructure sinusoïdale.

La microstructure périodique peut être définie dans un repère orthonormé ( $x, y, z$ ) de manière générale par l'équation (1) suivante :

$$z = f(x, y) = \sum_{n=1}^k [A_n \sin(2\pi n \frac{x}{i}) + B_n \cos(2\pi n \frac{x}{i})] + \sum_{m=1}^k [C_m \sin(2\pi m \frac{y}{i}) + D_m \cos(2\pi m \frac{y}{i})] \quad (I)$$

où  $A_n, B_n$  sont les coefficients de Fourier de la microstructure dans la direction  $x$  ;

$C_m, D_m$  sont les coefficients de Fourier de la microstructure dans la direction  $y$  ; et

$i$  est le pas (période) de la microstructure.

De préférence, on considère  $B_n = D_m = 0, A_n = C_m = A$  (structure sinusoïdale)

et la figure de franges d'interférences et par conséquent la microstructure peut être représentée par l'équation (2) :

$$z = f(x,y) = A \left[ \sin \left( 2\pi \frac{x}{i} \right) + \sin \left( 2\pi \frac{y}{i} \right) \right] \quad (2)$$

5 où  $i$  est la période et  $A$  la demi amplitude.

On a représenté, à la figure 1, un système de franges d'interférences sinusoïdales croisées à 90°.

Tout ce qui a été défini précédemment concerne le cas où la figure de franges d'interférences est supportée par une surface plane.

10 Dans le cas d'une surface courbe, la microstructure est légèrement déformée par rapport à la figure d'interférence mais ne comporte pas de discontinuité abrupte.

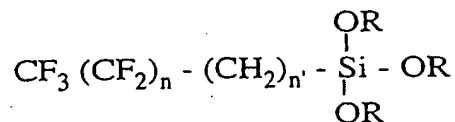
En particulier, le pas  $i$  de la microstructure peut sensiblement varier en fonction de la situation sur la surface correctrice.

15 On peut éliminer cette déformation en créant une figure de franges d'interférences elle-même modifiée pour tenir compte de la courbure de la surface devant porter la microstructure.

Afin d'éviter que les creux de la microstructure utilitaire, et en particulier anti-reflets, retiennent les salissures et les graisses, on peut 20 combler les creux de cette microstructure avec un matériau d'indice de réfraction inférieur à celui de la microstructure. La différence d'indice des deux matériaux est de préférence supérieure ou égale à 0,1.

On choisira de préférence comme matériau anti-salissures un matériau hydrophobe.

25 Un matériau anti-salissures convenable répond à la formule :



où  $R$  est un radical alkyle, par exemple en  $\text{C}_1$ - $\text{C}_6$ ,

30 et  $n$  et  $n'$  sont des entiers pouvant varier indépendamment de 0 à

6.

La suite de la description se réfère aux figures annexées, qui représentent respectivement :

Figure 1 - une représentation théorique d'un système de franges 35 d'interférences sinusoïdales croisées à 90° utilisable pour former la

microstructure selon l'invention ;

Figure 2 - une vue schématique d'un moule intégral utilisable dans un procédé d'obtention d'une lentille ophtalmique par moulage direct, selon l'invention ;

5        Figure 3 - une vue schématique d'un moule à éléments rapportés utilisable dans le procédé d'obtention d'une lentille ophtalmique selon l'invention, par moulage direct ;

10       Figure 4 - une vue schématique d'un moule comportant un insert déformable, utilisable dans le procédé d'obtention d'une lentille selon l'invention, par moulage direct ;

Figure 5 - une vue schématique d'un moule utilisable dans le procédé d'obtention d'une lentille ophtalmique selon l'invention, par surmoulage ;

15       Figure 6 - une vue schématique d'un procédé d'obtention d'une lentille ophtalmique selon l'invention, par emboutissage ;

Figure 7 - une vue schématique d'un moule utilisable pour l'obtention d'une lentille ophtalmique selon l'invention, par un procédé de "revêtement dans le moule" (In-Mold Coating); et

20       Figure 8 - un graphe du pourcentage de réflexion d'une lentille microstructurée selon l'invention et l'une lentille classique (sans microstructure) en fonction de la longueur d'onde de la lumière.

On va maintenant décrire un procédé d'obtention d'une lentille ophtalmique selon l'invention en se référant aux figures 1 à 4, correspondant à un procédé d'obtention par moulage direct.

25       Sur ces figures, les mêmes éléments sont identifiés par les mêmes numéros de référence.

La fabrication de lentilles ophtalmiques en verre organique peut se faire par moulage entre deux parties 2, 4 d'un moule 1, reliées par des éléments de fixation 5. Un matériau ou une composition optique est alors introduit dans l'assemblage du moule par un orifice 6, soit par coulage, soit par injection, et y est durci ou polymérisé pour, après désassemblage du moule, obtenir une lentille ophtalmique. Généralement, au moins une des parties de moule 2, 4 comporte une surface interne, par exemple la surface 3, ayant une géométrie correctrice de la vue.

35       Selon l'invention, comme le montrent les figures 2 et 3, la face

interne 3 ou 3' d'une partie 2 du moule est pourvue d'une microstructure utilitaire c'est-à-dire ayant des propriétés optiques, de préférence des propriétés anti-reflets.

Dans la réalisation représentée à la figure 2, la partie de moule 2, dont la surface 3 comporte la microstructure utilitaire, est formée directement dans la partie de moule. La partie de moule comporte la surface microstructurée à géométrie correctrice en métal, par exemple en nickel, ou en matière plastique. La géométrie de cette microstructure est initialement déterminée par un procédé interférentiel, par exemple en utilisant la figure de franges d'interférences représentée à la figure 1.

Une première méthode pour réaliser une partie de moule intégral pourvue d'une surface microstructurée à géométrie correctrice consiste à réaliser une matrice métallique, par exemple en nickel, par galvanoplastie comme décrit ci-dessus. Si la matrice est suffisamment épaisse on peut l'utiliser directement comme partie de moule.

Une deuxième méthode pour réaliser une partie de moule intégral, pourvue d'une surface microstructurée à géométrie correctrice consiste à déposer sur une surface à géométrie correctrice de la vue d'un substrat de verre minéral une couche de résine photosensible, et par le procédé interférentiel précédemment décrit, à y former la microstructure voulue. Par bombardement plasma-isotrope (par exemple un plasma argon-CHF<sub>3</sub>) de la couche durcie, on transfère la microstructure dans le substrat en verre. Un tel procédé de transfert est décrit dans le brevet FR-A-2 663 431.

Une troisième méthode pour réaliser une partie de moule intégral consiste à effectuer le moulage d'une partie de moule à partir d'un moule dont une des parties comporte une microstructure utilitaire initialement réalisée par un procédé interférentiel.

Il est également possible de former directement la microstructure utilitaire sur une surface d'une partie d'un moule composite à géométrie correctrice. Dans ce cas, on dépose une couche de résine photosensible sur la surface à géométrie correctrice de la partie de moule, et par le procédé décrit précédemment qui consiste à former des interférences lumineuses sur la résine puis à développer celles-ci, on obtient le motif de microstructure souhaité dans la résine.

Une méthode pour obtenir une partie de moule composite dont une partie a une surface à géométrie correctrice microstructurée, est la duplication par polymérisation. Sur une surface à géométrie correctrice d'un substrat, on dépose une couche d'une résine polymérisable. On vient  
5 ensuite mettre en contact étroit le substrat enduit avec une surface microstructurée d'une matrice, par exemple en métal (nickel), par exemple par application de vide ou par pressage. Après polymérisation soit thermique, soit photochimique (rayonnement UV) au travers du substrat enduit (selon la nature de la couche de résine) et désassemblage,  
10 on obtient une partie de moule formée d'un substrat dont une surface à géométrie correctrice est pourvue de la microstructure utilitaire voulue.

La figure 3 représente le cas où la microstructure utilitaire est portée par un élément rapporté 2' dont une surface 3' est pourvue de la microstructure utilitaire. Cet élément rapporté, qui peut être en métal, par  
15 exemple en nickel, ou en matière plastique, peut être obtenu comme indiqué précédemment. Etant donné qu'il doit être fixé sur une surface de la partie 2 de moule ayant une géométrie correctrice de la vue, il peut être soit mis en forme préalablement à la géométrie voulue, soit être déformé, par exemple par emboutissage, au moment de son installation sur la partie  
20 2 de moule pour se conformer à la géométrie de cette partie. Généralement, cet élément rapporté 2' est fixé à la surface 3 de la partie 2 de moule au moyen d'un adhésif.

L'obtention d'une lentille ophtalmique microstructurée selon l'invention s'effectue généralement simplement par coulage dans le moule  
25 par l'orifice d'introduction 6 d'une composition liquide de monomères optiques ou par injection d'un matériau thermoplastique optique. Après désassemblage du moule, on récupère une lentille ophtalmique ayant une surface portant une microstructure utilitaire, en particulier ayant des propriétés anti-reflets.

On a représenté sur la figure 4 une autre réalisation d'un moule utilisable dans le procédé de l'invention, qui se caractérise par le fait qu'il comprend un insert plan 2' déformable, pourvu sur l'une de ses surfaces  
d'une microstructure utilitaire 3', de préférence ayant des propriétés anti-reflets. Cet insert plan 2' peut être déformé lors du moulage de la lentille  
35 ophtalmique, par création d'un vide dans le moule 1 sur la surface de

l'insert opposée à la surface 3' portant la microstructure, de manière à épouser la géométrie de la surface 3 de la partie de moule 2, généralement une géométrie correctrice de la vue. En variante, cet insert 2' peut être déformé par la pression exercée par la composition liquide de monomères coulée dans le moule par l'orifice d'introduction 6 ou par le matériau thermoplastique optique injecté dans le moule par cet orifice 6, de manière là encore, à épouser la face à géométrie correctrice de la vue de la partie 2 du moule.

L'insert déformable 2' peut être un insert en matière plastique ou métallique, de préférence métallique, par exemple en nickel.

Un avantage de l'utilisation d'un tel moule dans le procédé de l'invention est qu'on peut former sur une bande plane plusieurs inserts de microstructures analogues ou différentes, découper ces inserts et les utiliser dans le moule en fonction de la microstructure voulue. En outre, ces inserts peuvent être jetés et remplacés facilement.

On a représenté aux figures 5 à 7 un procédé d'obtention de lentilles ophtalmiques selon l'invention, par moulage par transfert.

En se référant plus particulièrement à la figure 5, on a représenté schématiquement un moule pour le moulage par transfert "par surmoulage" d'une lentille ophtalmique. Dans ce procédé, on utilise un moule analogue à celui de la figure 2, mais on dispose à l'intérieur de ce moule une préforme de lentille ophtalmique 7 et on coule une composition liquide de monomères ou on injecte un matériau thermoplastique optique par l'orifice 6 du moule. La microstructure utilitaire portée par la surface interne 3 de la partie 2 du moule est alors transférée dans la couche supérieure moulée sur la préforme 7. Cette technique présente l'avantage que l'on peut transférer la microstructure utilitaire non pas dans la masse de la lentille ophtalmique, mais dans une couche fonctionnelle déposée sur la préforme 7 de lentille, telle que par exemple une couche résistante à l'abrasion. Ainsi, on peut former une couche ayant à la fois des propriétés de résistance à l'abrasion et anti-reflets.

La figure 6 représente une autre réalisation du procédé de l'invention, dans laquelle on forme la microstructure utilitaire dans la lentille ophtalmique par un procédé d'emboutissage. Dans ce cas, généralement, on forme au moyen d'une partie de moule 9 ayant une

surface à géométrie correctrice voulue pourvue d'une microstructure appropriée, une surface correspondante dans une ébauche de lentille ophtalmique comportant un substrat 10 et une couche superficielle 11 par impression de la surface portant la microstructure de la partie de moule  
5 dans la couche superficielle 11.

L'utilisation de cette technique d'emboutissage a pour avantage de permettre de réaliser la microstructure utilitaire dans une couche de revêtement d'une lentille ophtalmique telle qu'une couche dure, résistante à l'abrasion.

10 La figure 7 concerne la technique de revêtement "dans le moule" (In-Mold Coating) bien connue dans la technique de fabrication des lentilles ophtalmiques.

Dans cette technique, une couche 8 d'un matériau optique, par exemple une couche de matériau dur anti-abrasion, est formée sur la partie  
15 2 de moule comportant une face 3 à géométrie correctrice de la vue et pourvue d'une microstructure utilitaire. Ainsi, la microstructure de la partie de moule 2 se trouve transférée directement dans la couche 8. Ensuite, on introduit par l'orifice 6 du moule, par coulage ou injection, une composition ou un matériau optique que l'on fait durcir ou polymériser,  
20 soit thermiquement, soit sous l'effet d'un rayonnement actinique, par exemple un rayonnement UV. Après désassemblage du moule, on obtient une lentille ophtalmique comportant sur un substrat optiquement transparent une couche optiquement transparente microstructurée ayant la géométrie correctrice voulue.

25 Il est bien entendu que les parties de moule peuvent avoir toutes formes appropriées, en particulier convexe, concave ou autres, selon la géométrie correctrice voulue.

Bien évidemment, les matériaux constituant les parties de moule seront choisis en fonction du procédé de polymérisation ou durcissement  
30 des compositions et matériaux optiques utilisés pour fabriquer la lentille ou la couche fonctionnelle sur la lentille. Ainsi, on utilisera des parties de moule en matière plastique transparente dans le cas d'une polymérisation ou durcissement au moyen d'un rayonnement actinique.

Les exemples suivants illustrent la présente invention.



Exemple 1 : Réalisation d'une lentille anti-réflexion en dicarbonate de diallyl diglycol, résistant à l'abrasion par un procédé de revêtement dans le moule (In-Mold Coating).

5 Un élément rapporté en nickel ayant une surface pourvue d'une microstructure de type périodique résultant initialement d'un procédé interférentiel, est collé sur une face interne d'une partie d'un moule en verre.

10 Le moule obtenu est nettoyé avec de l'acétone puis traité avec une solution de fluorohydrocarbure (HCFC) contenant 0,26% de matière solide E-349, un agent de démoulage commercialisé par la Société Chem-Trend Inc.

15 La face microstructurée de la partie de moule est revêtue par trempage d'une couche d'une composition de revêtement obtenue par hydrolyse d'alcoxysilane incluant du glycidoxy propyl triméthoxysilane, du méthyl triméthoxysilane, de l'acide itaconique et de la silice colloïdale.

La composition de revêtement est prédurcie jusqu'à un stade "hors poussière", c'est-à-dire qu'elle n'est plus collante ou poisseuse.

20 La partie du moule revêtue sur sa face interne de la microstructure est utilisée pour mouler la face avant de la lentille et la partie de moule en verre minéral classique (sans microstructure) est utilisée pour mouler la face arrière de la lentille.

25 Les deux parties de moule sont assemblées et maintenues à distance par un joint et un clip de fixation assure le maintien de l'ensemble.

Le moule est alors rempli avec du diallyl diglycol dicarbonate (de la Société PPG) renfermant comme catalyseur du diisopropyl peroxy dicarbonate (également disponible auprès de la Société PPG).

30 La composition monomérique est alors durcie thermiquement.

35 A la fin du cycle de durcissement thermique, on désassemble le moule avec un outil approprié et l'on obtient une lentille qui présente des propriétés de résistance à l'abrasion et des propriétés anti-reflets, toutes deux supérieures à une lentille non revêtue obtenue à partir d'un moule en verre minéral classique (sans microstructure).

Exemple 2 : Réalisation d'une lentille anti-reflet, d'indice de réfraction 1,6, en polythiouréthane et résistant à l'abrasion par un procédé de revêtement dans le moule (In-Mold Coating).

5           Un élément rapporté en nickel pourvu sur une face d'une microstructure périodique résultant initialement d'un procédé interférentiel, est collé sur une surface d'une partie d'un moule en verre minéral. Le moule est nettoyé comme dans l'exemple 1.

10           Une composition de revêtement, comme décrit à l'exemple 3 du brevet FR-A-93 02649 (hydrolysat de glycidoxy propyl triméthoxy silane, diméthyl diéthoxy silane et silice colloïdale), est déposée sur la surface microstructurée par trempage en utilisant une machine de revêtement au trempé de laboratoire.

15           Le revêtement est prédurci à l'état "hors poussière" à une température de 80°C pendant 15 minutes. La partie de moule ainsi revêtue est utilisée pour mouler la face avant de la lentille et la partie de moule en verre minéral classique (sans microstructure) est utilisée pour mouler la face arrière de la lentille.

20           Les deux parties de moule sont assemblées et maintenues à distance par un joint et un clip de fixation assure le maintien de l'ensemble.

25           Le moule est alors rempli de monomère MR6® (commercialisé par la Société Mitsui-Toatsu) contenant du dibutyl-étain comme catalyseur. La composition monomérique est alors durcie pour obtenir une lentille de polyuréthane d'indice de réfraction 1,6 en utilisant le cycle de durcissement thermique dans l'air suivant :

	Temps (minute)	Température (°C)
	0	20
	1	32
5	25	32
	33	60
	35	80
	Enlèvement du joint.	
	37	120
10	39	120
	41	75

15 A la fin du cycle de durcissement, le moule est désassemblé en utilisant un outil approprié pour obtenir, après un post-durcissement à 110°C pendant 3 heures, une lentille ayant des propriétés de résistance aux rayures dans l'essai de la laine d'acier et anti-reflets supérieures à celles d'une lentille non revêtue préparée par un procédé analogue.

### Exemple 3

20

On répète l'exemple 2, mais en utilisant une composition de revêtement à base d'hydrolysât d'époxysilane renfermant du titane colloïdal.

25 On obtient une lentille ayant des propriétés similaires à celles de l'exemple 2.

Exemple 4 : Réalisation d'un moule en matière plastique diallyl diglycol dicarbonate pourvu d'une microstructure de type périodique.

30

On nettoie un moule analogue à celui de l'exemple 1 avec de l'acétone. En procédant comme dans l'exemple 1, on remplit le moule avec une composition de diallyl diglycol dicarbonate contenant du triallyl cyanurate et catalysé avec du peroxy dicarbonate d'isopropyle commercialisé par PPG Industries. On fait durcir la composition au moyen

35

du cycle de durcissement thermique suivant :

	Temps (minute)	Température (°C)
	15	46
	45	46
5	30	49
	60	49
	60	54
	45	54
	45	58
10	120	58
	45	62,5
	45	62,5
	60	67,5
	45	67,5
15	60	72
	45	72
	60	78
	60	78

20 A la fin du cycle de durcissement, le moule est désassemblé au moyen d'un outil approprié pour obtenir un substrat pourvu d'une face microstructurée. Ce substrat est utilisé comme partie de moule en matière plastique dans l'exemple suivant.

25 Exemple 5 : Réalisation d'une lentille, moyen indice de réfraction, ayant des propriétés anti-reflets sur ses deux faces.

30 La partie de moule pourvue de la microstructure du moule de l'exemple 1 est nettoyée à l'acétone et utilisée pour mouler la partie avant d'une lentille. Le substrat microstructuré en matière plastique de l'exemple 3 est utilisé pour mouler la partie arrière de la lentille.

Les deux parties de moule sont assemblées et maintenues à distance par un joint et un clip de fixation assure le maintien de l'ensemble.

35 L'ensemble est rempli avec un matériau UV durcissable pour

lentilles, moyen indice, contenant comme composant principal du diméthacrylate de bisphénol-A poly(éthoxylé).

Le matériau est alors durci via un cycle de durcissement UV au moyen d'une lampe "Fusions System V Bulb" pour le pré-durcissement et pour le post-durcissement un four MRE UV utilisant une lampe à mercure moyenne pression pendant 2 minutes.

A la fin du cycle de durcissement et après désassemblage du moule, on obtient une lentille ayant des propriétés anti-reflets sur les deux faces.

Exemple 6 : Réalisation d'un substrat moyen indice durci par UV, ayant des propriétés anti-reflets sur une face.

Un élément rapporté en nickel pourvu d'une microstructure formée de deux structures périodiques de type sinusoïdal croisées à 90° de période identique 250 nm résultant initialement d'un procédé interférentiel, est collé à une partie de moule en verre minéral. Cette partie de moule est utilisée pour mouler la face avant d'une lentille, cependant qu'une partie de moule en verre minéral classique (sans microstructure) est utilisée pour mouler la partie arrière de la lentille. Les deux parties de moule sont assemblées et maintenues à distance par un joint et un clip de fixation assure le maintien de l'ensemble. On remplit alors le moule avec un matériau pour lentille moyen indice constitué d'un diméthacrylate de bisphénol A polyéthoxylé durcissable par UV. Une telle composition polymérisable est décrite dans la publication FR-A-2 699 541. On fait durcir le matériau par irradiation UV en utilisant pour le pré-durcissement une lampe "Fusions System V Bulb" et pour le post-durcissement UV un four MRE UV utilisant une lampe à mercure moyenne pression pendant 15 minutes.

A la fin du cycle de durcissement, le moule est désassemblé au moyen d'un outil approprié et on obtient une lentille ayant une surface présentant des propriétés anti-reflets.

On a représenté sur la figure 8 le pourcentage de reflexion en fonction de la longueur d'onde pour la lentille de l'exemple 6, ainsi que d'une lentille analogue mais ne comportant pas de microstructure.

La figure 8 montre clairement l'amélioration des propriétés anti-reflets obtenue avec les lentilles microstructurées selon l'invention.

La couleur de la reflexion selon la norme CIE a les propriétés suivantes :

- 5           Couleur : doré
- Angle de teinte (degré) : 60
- Chroma  $C^*$  : 6,5
- R moyen : 0,77
- R visible : 0,75.

10

Exemple 7 : Réalisation d'un substrat moyen indice durci par UV, ayant des propriétés anti-reflets sur les deux faces.

15

Un élément rapporté en nickel ayant une surface pourvue d'une microstructure périodique résultant initialement d'un procédé interférentiel, est collé à une partie de moule en verre minéral. Cette partie de moule était utilisée pour mouler la face avant d'un substrat, cependant qu'une partie de moule en verre minéral classique (sans microstructure) était utilisée pour mouler la face arrière du substrat.

20

Les deux parties de moule sont assemblées et maintenues à distance par un joint et un clip de fixation assure le maintien de l'ensemble.

25

Le moule est alors rempli avec un matériau de lentille moyen indice durcissable par UV bisphénol A poly(éthoxy)diméthacrylate identique à l'exemple 6. Le matériau est alors durci au moyen d'un cycle de durcissement UV utilisant pour le prédurcissement une ampoule "Fusions System V Bulb". Après désassemblage du moule, la face non microstructurée du substrat était surmoulée au moyen du moule comportant la microstructure et à nouveau prédurcie. L'ensemble était alors post-durci par UV dans un four MRE UV utilisant une lampe au mercure moyenne pression pendant 15 minutes.

30

35

A la fin du cycle de durcissement, le moule était désassemblé au moyen d'un outil approprié pour obtenir une lentille ayant des propriétés anti-reflets sur les deux faces. La transmission  $T_v$  de la lentille obtenue était supérieure à 98%, alors que la transmission d'une lentille classique

est toujours inférieure à 90%.

Exemple 8 : Réalisation d'un substrat moyen indice durci par UV, ayant des propriétés anti-reflets sur une face.

5

Un élément rapporté en nickel pourvu d'une microstructure périodique résultant initialement d'un procédé interférentiel, est utilisé comme un insère lors d'un procédé de moulage de joint. L'élément rapporté en nickel est pressé sur un moule en verre au moyen d'un joint qui  
10 simultanément fixe la distance entre les deux parties de moule qui sont maintenues ensemble au moyen d'un clip. L'ensemble est rempli avec le matériau pour lentille moyen indice durcissable par UV de l'exemple 6. Le matériau est alors durci au moyen d'un cycle de durcissement UV utilisant un pré-durcissement avec une lampe "Fusions System V Bulb" puis un  
15 post-durcissement UV dans un four MRE UV utilisant une lampe à mercure moyenne pression pendant 15 minutes.

A la fin du cycle de moulage, le moule est désassemblé au moyen d'un outil approprié pour obtenir une lentille ayant des propriétés anti-reflets semblables à celles de la lentille de l'exemple 7.

20

Exemple 9 : Réalisation d'une lentille moyen indice durcie par UV, ayant des propriétés anti-reflets sur les deux faces.

Une microstructure périodique initialement déterminée par un  
25 procédé interférentiel est incorporée dans une face d'une mince feuille de matière plastique en poly(éthylène téréphtalate). La feuille est alors collée sur la face convexe d'un moule incurvé en verre minéral (- 4 dioptries) et une autre feuille analogue est collée sur la face concave d'une partie de moule en verre minéral incurvée (- 4 dioptries).

30

Les deux parties de moule sont assemblées et maintenues à distance par un joint et un clip de fixation assure le maintien de l'ensemble. Le moule est alors rempli avec un matériau pour lentille moyen indice durcissable par UV de l'exemple 6. Le matériau est alors durci au moyen d'un cycle de durcissement UV utilisant une lampe  
35 "Fusions System V Bulb" pour le pré-durcissement et ensuite un four MRE

UV utilisant une lampe à mercure moyenne pression pendant 15 minutes pour le post-durcissement.

- 5 A la fin du cycle de moulage, le moule est désassemblé au moyen d'un outil approprié pour obtenir une lentille ayant des propriétés anti-reflets sur les deux faces. Les propriétés de réflexion sur chaque face sont les mêmes que celles décrites pour l'exemple 6.

La transmission  $T_v$  est supérieure à 98%, alors que la transmission pour une lentille classique (non microstructurée) est toujours inférieure à 90%.



## REVENDICATIONS

1. Procédé d'obtention d'une lentille ophtalmique comportant en surface une microstructure utilitaire anti-reflets, ledit procédé comprenant une étape de transfert de la microstructure dans une surface de la lentille à partir d'un moule dont une surface interne porte la microstructure et possède une géométrie correctrice de la vue, la  
5 géométrie de la microstructure étant initialement déterminée par un procédé interférentiel.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la géométrie de la microstructure est périodique.
- 10 3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel la microstructure périodique a une période comprise entre 100 et 300 nm.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel la surface géométrique correctrice de la vue est une surface à géométrie progressive.
- 15 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel le rayon de courbure de la surface est compris entre 40 et 100 mm.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel le moule est un moule intégral et la microstructure est formée directement dans la surface interne du moule possédant la géométrie  
20 correctrice.
7. Procédé selon la revendication 6, dans lequel le moule est en matière plastique, en métal ou en verre minéral.
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel le moule est un moule composite au moins bicouche dont l'une  
25 porte à sa surface la microstructure utilitaire.
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel la microstructure est formée sur une face d'un élément rapporté, ledit élément rapporté épousant la surface du moule présentant la géométrie correctrice de la vue.
- 30 10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel l'élément rapporté a une forme correspondant à celle de la surface de géométrie correctrice de la vue du moule et est fixé à cette surface.
11. Procédé selon la revendication 9, dans lequel l'élément

rapporté a une forme initialement plane et est déformé pour épouser la surface géométrique correctrice du moule.

12. Procédé selon la revendication 10 ou 11, dans lequel l'élément rapporté est fixé à la surface géométrique correctrice du moule  
5 au moyen d'un adhésif.

13. Procédé selon la revendication 8, dans lequel la couche microstructurée est formée par application d'une couche de matériau sur la surface du moule à géométrie correctrice, ledit matériau étant apte à permettre le développement d'une microstructure sur sa surface opposée à  
10 la surface à géométrie correctrice du moule.

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la lentille ophtalmique est obtenue par coulage dans le moule d'une composition de monomères optiques, durcissable thermiquement et/ou au moyen d'un rayonnement actinique.

15 15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, dans lequel la lentille ophtalmique est obtenue par injection dans le moule d'un matériau thermoplastique optiquement transparent, durcissable.

16. Procédé selon l'une quelconque des revendications 9 à 12, dans lequel la microstructure est formée sur une face d'un insert plan déformable, ledit insert étant déformé dans le moule pour épouser la  
20 surface à géométrie correctrice du moule.

17. Procédé selon la revendication 16, dans lequel l'insert est déformé dans le moule par création d'un vide sur une face de l'insert opposée à la face de l'insert portant la microstructure utilitaire.

25 18. Procédé selon la revendication 16, dans lequel l'insert est déformé dans le moule par création d'une pression sur la face de l'insert portant la microstructure utilitaire.

19. Procédé selon la revendication 18, dans lequel la pression est la pression de coulage d'une composition de monomères optiques.

30 20. Procédé selon la revendication 18, dans lequel la pression est la pression d'injection d'un matériau thermoplastique optique.

21. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel l'étape de transfert de la microstructure utilitaire s'effectue par emboutissage d'une couche d'une composition optique durcissable  
35 thermiquement et/ou au moyen d'un rayonnement actinique.

22. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel l'étape de transfert de la microstructure utilitaire s'effectue par surmoulage d'une couche d'une composition ou d'un matériau optique, durcissable thermiquement et/ou au moyen d'un rayonnement actinique, sur une préforme de lentille ophtalmique.

23. Procédé selon la revendication 22, dans lequel le surmoulage consiste à couler une composition de monomères optiques dans le moule contenant la préforme.

24. Procédé selon la revendication 22, dans lequel le surmoulage consiste à injecter un matériau optique thermoplastique dans le moule contenant la préforme.

25. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel l'étape de transfert consiste à :

- former dans le moule une couche d'un premier matériau optique dont une surface porte une réplique de la microstructure utilitaire portée par la face interne du moule;

- faire durcir dans le moule la couche du premier matériau optique;

- introduire entre la surface de la couche durcie du premier matériau optique, opposée à la surface portant la microstructure et une paroi du moule, un second matériau optique durcissable;

- faire durcir le second matériau optique; et

- désassembler le moule pour récupérer une lentille ophtalmique comportant un substrat formé du second matériau optique dont une surface est recouverte de la couche durcie du premier matériau optique portant la microstructure utilitaire.

26. Procédé selon la revendication 25, dans lequel la couche du premier matériau optique durcissable est obtenue par application sur le moule d'une composition liquide de monomères optiques.

27. Procédé selon la revendication 24 ou 25, dans lequel la couche du premier matériau optique durcissable est formée par injection d'un matériau thermoplastique.

28. Procédé selon l'une quelconque des revendications 25 à 27, dans lequel le substrat formé du second matériau optique durcissable est obtenu par coulage d'une composition liquide de monomères optiques ou

par injection d'un matériau thermoplastique optique.

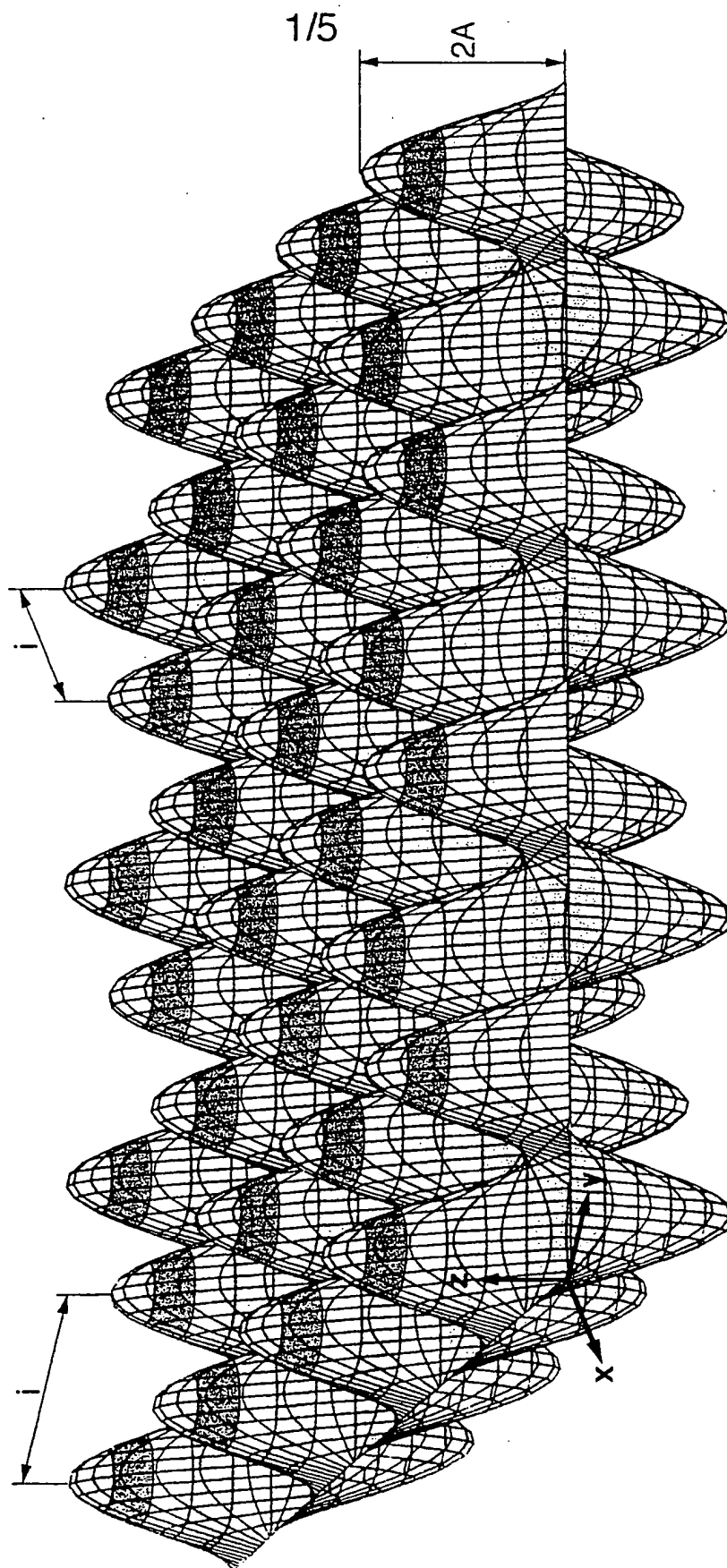
29. Procédé selon l'une quelconque des revendications 25 à 28, dans lequel la couche durcie du premier matériau optique est un revêtement dur ayant des propriétés de résistance à l'abrasion.

5           30. Lentille ophtalmique comportant une microstructure utilitaire anti-reflets initialement déterminée par un procédé interférentiel, impartie dans une surface de la lentille ayant une géométrie correctrice de la vue.

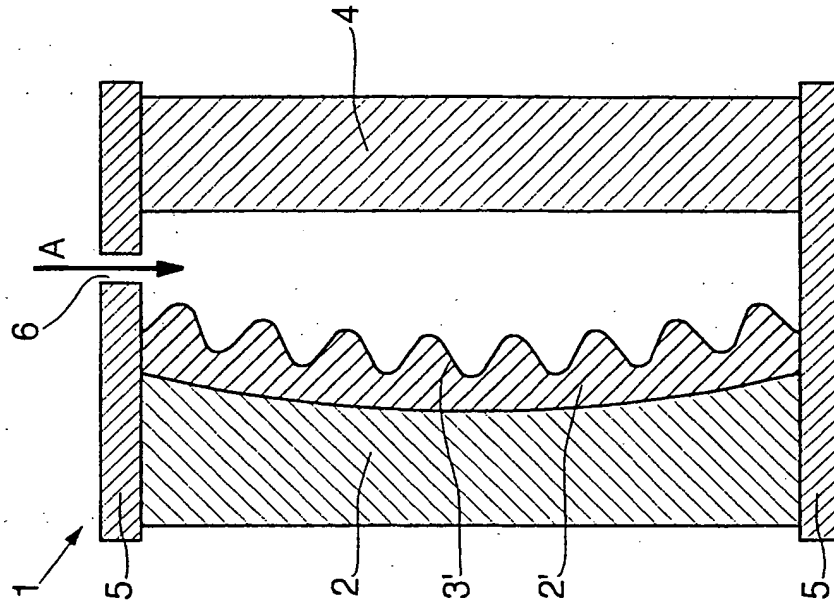
10           31. Lentille selon la revendication 30, dans laquelle la surface comportant la microstructure utilitaire est une couche résistant à l'abrasion.

32. Lentille selon la revendication 30 ou 31, dans laquelle la microstructure utilitaire a des propriétés anti-reflets.

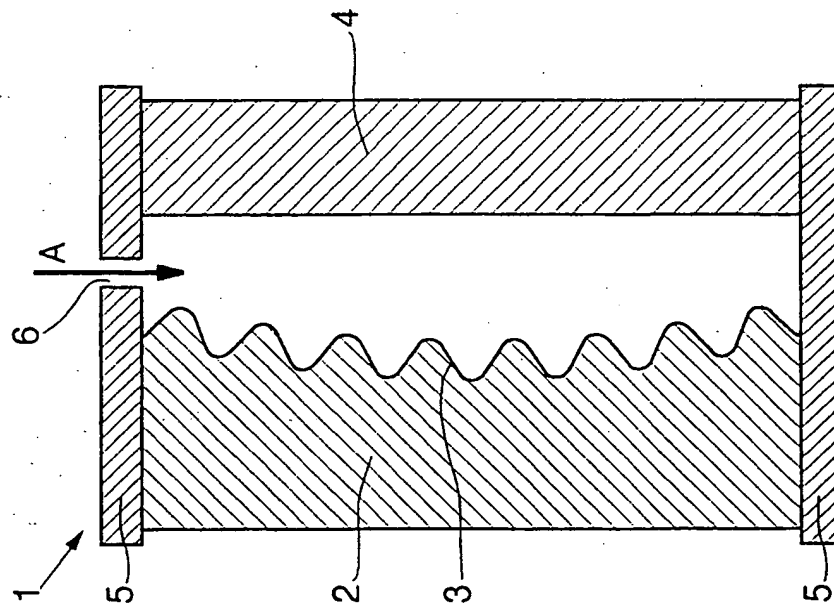
15           33. Lentille selon l'une quelconque des revendications 31 à 33, dans laquelle la surface comportant la microstructure utilitaire a un indice de réfraction égal ou supérieur à 1,55, de préférence égal ou supérieur à 1,6.

FIG. 1

**FIG. 3**



**FIG. 2**



3/5

FIG.5

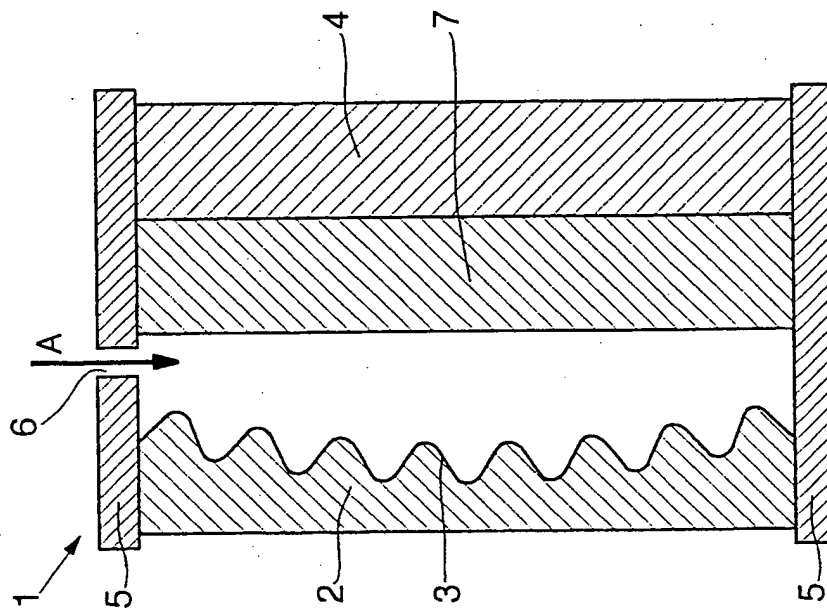


FIG.4

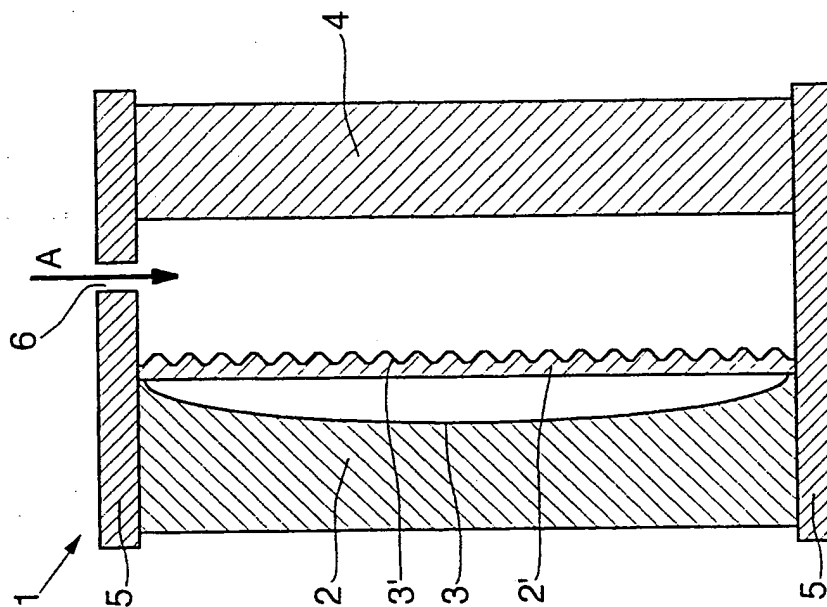


FIG. 7

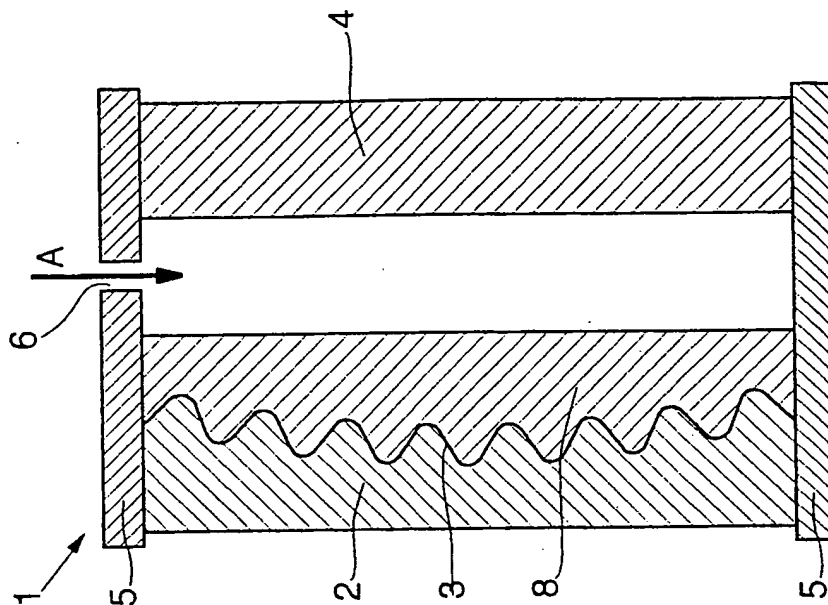
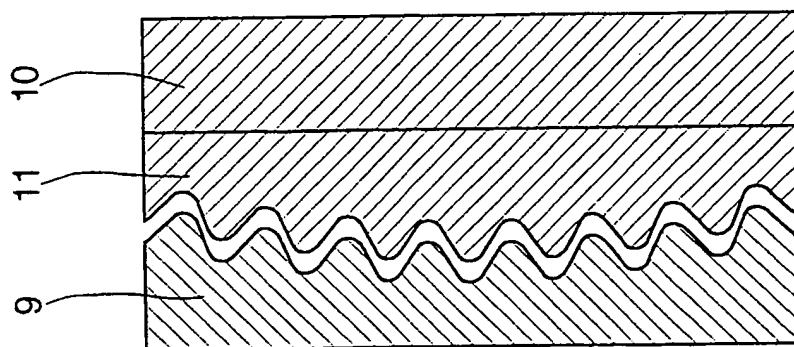
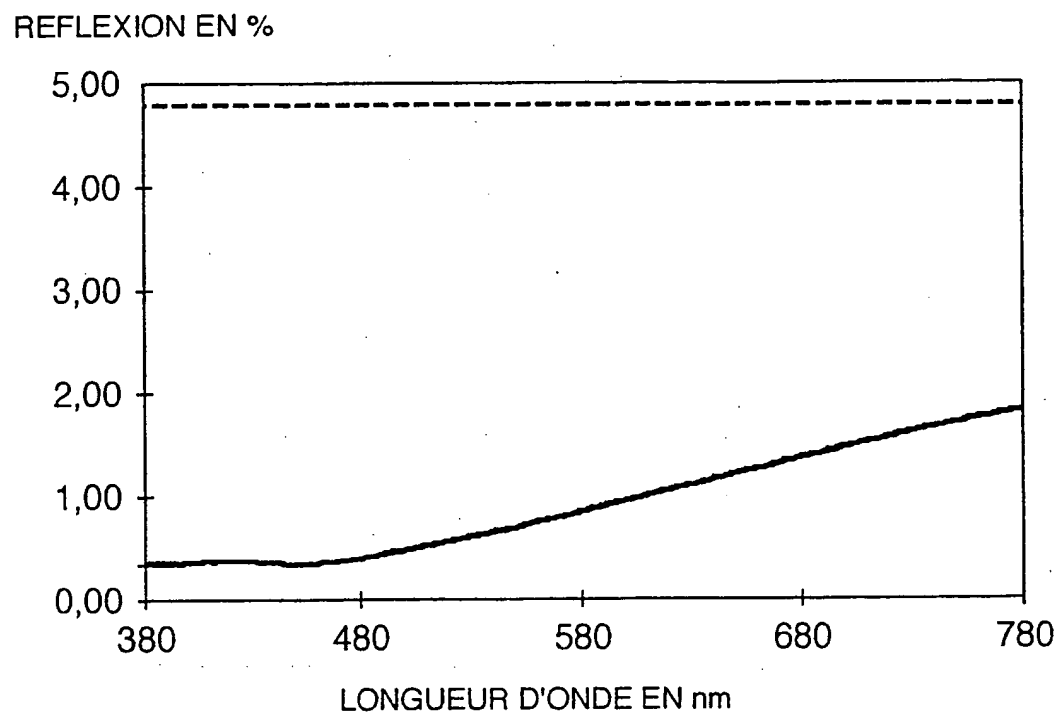


FIG. 6





5/5

FIG.8

—— LENTILLE DE L'EXEMPLE 6

----- LENTILLE SANS STRUCTURE ANTIREFLETS

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.  
PCT/FR 98/02572

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 6 B29D11/00 B29C33/38 G02B5/32 G02B1/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 6 B29D B29C G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 538 674 A (NISPER JON ET AL) 23 July 1996 see column 2, line 55 - column 3, line 7 ---	1-33
Y	US 4 013 465 A (CLAPHAM PETER BRIAN ET AL) 22 March 1977 cited in the application see the whole document ---	1-33
A	WO 93 13933 A (FOHRMAN SCOTT R ;SMITH STEVEN L (US)) 22 July 1993 see page 2, line 26 - line 30 ---	1-33
A	EP 0 400 672 A (AMERICAN BANK NOTE HOLOGRAPHIC) 5 December 1990 ---	1, 30
A	EP 0 353 748 A (SHARP KK) 7 February 1990 ---	1, 30
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 March 1999

Date of mailing of the international search report

08/03/1999

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Roberts, P

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 98/02572

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 347 198 A (OHKADA SHINZO ET AL) 31 August 1982 ----	1,30
A	US 5 630 902 A (GALARNEAU LYNN ET AL) 20 May 1997 cited in the application ----	1,30
A	GB 2 027 441 A (MINNESOTA MINING & MFG) 20 February 1980 cited in the application ----	1,30
A	FR 2 699 541 A (ESSILOR INT) 24 June 1994 cited in the application ----	1,30
A	FR 2 734 827 A (ESSILOR INT) 6 December 1996 cited in the application ----	1,30
A	FR 2 663 431 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 20 December 1991 cited in the application ----	1,30
A	FR 2 702 486 A (ESSILOR INT) 16 September 1994 cited in the application -----	1,30

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 98/02572

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5538674 A	23-07-1996	AU 683521 B	13-11-1997
		AU 1209895 A	06-06-1995
		CA 2177040 A	26-05-1995
		EP 0729404 A	04-09-1996
		IL 111695 A	08-02-1998
		JP 9505245 T	27-05-1997
		WO 9513910 A	26-05-1995
US 4013465 A	22-03-1977	GB 1462618 A	26-01-1977
		AU 6879874 A	13-11-1975
		DE 2422298 A	28-11-1974
		FR 2228630 A	06-12-1977
		JP 50070040 A	11-06-1975
WO 9313933 A	22-07-1993	AU 1343092 A	03-08-1993
EP 0400672 A	05-12-1990	US 5071597 A	10-12-1991
		AU 5570690 A	06-12-1990
		CA 2018122 A	02-12-1990
		JP 3030924 A	08-02-1991
EP 0353748 A	07-02-1990	JP 2043590 A	14-02-1990
		CA 1325502 A	28-12-1993
		DE 68924385 D	02-11-1995
		DE 68924385 T	15-05-1996
		US 5013494 A	07-05-1991
US 4347198 A	31-08-1982	JP 1400137 C	28-09-1987
		JP 54043268 A	05-04-1979
		JP 59023271 B	31-05-1984
		JP 1475054 C	18-01-1989
		JP 54043284 A	05-04-1979
		JP 61036001 B	15-08-1986
		AU 530070 B	30-06-1983
		AU 3974878 A	20-03-1980
		CA 1149563 A	12-07-1983
		DE 2839249 A	22-03-1979
		FR 2402525 A	06-04-1979
		GB 2006091 A, B	02-05-1979
		US 4699934 A	13-10-1987
		CA 1136306 A	23-11-1982
US 5630902 A	20-05-1997	NONE	
GB 2027441 A	20-02-1980	US 4576850 A	18-03-1986
		CA 1133209 A	12-10-1982
		CA 1155617 A	25-10-1983
		DE 2929313 A	31-01-1980
		DE 2954645 C	10-02-1994
		GB 2110702 A, B	22-06-1983
		JP 1733544 C	17-02-1993
		JP 4005681 B	03-02-1992
		JP 55016098 A	04-02-1980
		US 4582885 A	15-04-1986
		US 4668558 A	26-05-1987
FR 2699541 A	24-06-1994	AU 665473 B	04-01-1996
		AU 5254893 A	07-07-1994

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 98/02572

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2699541 A		BR 9305174 A	26-07-1994
		CA 2112000 A	23-06-1994
		DE 69313997 D	23-10-1997
		DE 69313997 T	19-02-1998
		DK 605293 T	14-04-1998
		EP 0605293 A	06-07-1994
		ES 2106991 T	16-11-1997
		JP 7238120 A	12-09-1995
		US 5442022 A	15-08-1995
		US 5545828 A	13-08-1996
		US 5702825 A	30-12-1997
FR 2734827 A	06-12-1996	AU 5456296 A	12-12-1996
		DE 69600087 D	04-12-1997
		DE 69600087 T	10-06-1998
		EP 0745620 A	04-12-1996
		ES 2112666 T	01-04-1998
		JP 8325337 A	10-12-1996
		US 5741831 A	21-04-1998
FR 2663431 A	20-12-1991	CA 2044531 A	15-12-1991
		DE 69100784 D	27-01-1994
		DE 69100784 T	09-06-1994
		EP 0462001 A	18-12-1991
		US 5245280 A	14-09-1993
FR 2702486 A	16-09-1994	AT 158334 T	15-10-1997
		AU 673406 B	07-11-1996
		AU 5758394 A	15-09-1994
		BR 9400834 A	01-11-1994
		CA 2118566 A	09-09-1994
		DE 69405613 D	23-10-1997
		DE 69405613 T	19-02-1998
		DK 614957 T	20-10-1997
		EP 0614957 A	14-09-1994
		ES 2109623 T	16-01-1998
		FI 941092 A	09-09-1994
		GR 3025687 T	31-03-1998
		JP 7047613 A	21-02-1995
		NO 940733 A	09-09-1994

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De: le Internationale No  
PCT/FR 98/02572

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 6 B29D11/00 B29C33/38 G02B5/32 G02B1/10

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 6 B29D B29C G02B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 5 538 674 A (NISPER JON ET AL) 23 juillet 1996 voir colonne 2, ligne 55 - colonne 3, ligne 7 ---	1-33
Y	US 4 013 465 A (CLAPHAM PETER BRIAN ET AL) 22 mars 1977 cité dans la demande voir le document en entier ---	1-33
A	WO 93 13933 A (FOHRMAN SCOTT R ; SMITH STEVEN L (US)) 22 juillet 1993 voir page 2, ligne 26 - ligne 30 ---	1-33
A	EP 0 400 672 A (AMERICAN BANK NOTE HOLOGRAPHIC) 5 décembre 1990 ---	1, 30
A	EP 0 353 748 A (SHARP KK) 7 février 1990 ---	1, 30
	--- -/--	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

2 mars 1999

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

08/03/1999

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Roberts, P

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De de Internationale No  
PCT/FR 98/02572

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 347 198 A (OHKADA SHINZO ET AL) 31 août 1982 ---	1,30
A	US 5 630 902 A (GALARNEAU LYNN ET AL) 20 mai 1997 cité dans la demande ---	1,30
A	GB 2 027 441 A (MINNESOTA MINING & MFG) 20 février 1980 cité dans la demande ---	1,30
A	FR 2 699 541 A (ESSILOR INT) 24 juin 1994 cité dans la demande ---	1,30
A	FR 2 734 827 A (ESSILOR INT) 6 décembre 1996 cité dans la demande ---	1,30
A	FR 2 663 431 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 20 décembre 1991 cité dans la demande ---	1,30
A	FR 2 702 486 A (ESSILOR INT) 16 septembre 1994 cité dans la demande -----	1,30

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Der le Internationale No

PCT/FR 98/02572

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5538674 A	23-07-1996	AU 683521 B	13-11-1997
		AU 1209895 A	06-06-1995
		CA 2177040 A	26-05-1995
		EP 0729404 A	04-09-1996
		IL 111695 A	08-02-1998
		JP 9505245 T	27-05-1997
		WO 9513910 A	26-05-1995
US 4013465 A	22-03-1977	GB 1462618 A	26-01-1977
		AU 6879874 A	13-11-1975
		DE 2422298 A	28-11-1974
		FR 2228630 A	06-12-1977
		JP 50070040 A	11-06-1975
WO 9313933 A	22-07-1993	AU 1343092 A	03-08-1993
EP 0400672 A	05-12-1990	US 5071597 A	10-12-1991
		AU 5570690 A	06-12-1990
		CA 2018122 A	02-12-1990
		JP 3030924 A	08-02-1991
EP 0353748 A	07-02-1990	JP 2043590 A	14-02-1990
		CA 1325502 A	28-12-1993
		DE 68924385 D	02-11-1995
		DE 68924385 T	15-05-1996
		US 5013494 A	07-05-1991
US 4347198 A	31-08-1982	JP 1400137 C	28-09-1987
		JP 54043268 A	05-04-1979
		JP 59023271 B	31-05-1984
		JP 1475054 C	18-01-1989
		JP 54043284 A	05-04-1979
		JP 61036001 B	15-08-1986
		AU 530070 B	30-06-1983
		AU 3974878 A	20-03-1980
		CA 1149563 A	12-07-1983
		DE 2839249 A	22-03-1979
		FR 2402525 A	06-04-1979
		GB 2006091 A, B	02-05-1979
		US 4699934 A	13-10-1987
		CA 1136306 A	23-11-1982
US 5630902 A	20-05-1997	AUCUN	
GB 2027441 A	20-02-1980	US 4576850 A	18-03-1986
		CA 1133209 A	12-10-1982
		CA 1155617 A	25-10-1983
		DE 2929313 A	31-01-1980
		DE 2954645 C	10-02-1994
		GB 2110702 A, B	22-06-1983
		JP 1733544 C	17-02-1993
		JP 4005681 B	03-02-1992
		JP 55016098 A	04-02-1980
		US 4582885 A	15-04-1986
		US 4668558 A	26-05-1987
FR 2699541 A	24-06-1994	AU 665473 B	04-01-1996
		AU 5254893 A	07-07-1994



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

De de Internationale No

PCT/FR 98/02572

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2699541 A		BR 9305174 A	26-07-1994
		CA 2112000 A	23-06-1994
		DE 69313997 D	23-10-1997
		DE 69313997 T	19-02-1998
		DK 605293 T	14-04-1998
		EP 0605293 A	06-07-1994
		ES 2106991 T	16-11-1997
		JP 7238120 A	12-09-1995
		US 5442022 A	15-08-1995
		US 5545828 A	13-08-1996
		US 5702825 A	30-12-1997
FR 2734827 A	06-12-1996	AU 5456296 A	12-12-1996
		DE 69600087 D	04-12-1997
		DE 69600087 T	10-06-1998
		EP 0745620 A	04-12-1996
		ES 2112666 T	01-04-1998
		JP 8325337 A	10-12-1996
		US 5741831 A	21-04-1998
FR 2663431 A	20-12-1991	CA 2044531 A	15-12-1991
		DE 69100784 D	27-01-1994
		DE 69100784 T	09-06-1994
		EP 0462001 A	18-12-1991
		US 5245280 A	14-09-1993
FR 2702486 A	16-09-1994	AT 158334 T	15-10-1997
		AU 673406 B	07-11-1996
		AU 5758394 A	15-09-1994
		BR 9400834 A	01-11-1994
		CA 2118566 A	09-09-1994
		DE 69405613 D	23-10-1997
		DE 69405613 T	19-02-1998
		DK 614957 T	20-10-1997
		EP 0614957 A	14-09-1994
		ES 2109623 T	16-01-1998
		FI 941092 A	09-09-1994
		GR 3025687 T	31-03-1998
		JP 7047613 A	21-02-1995
		NO 940733 A	09-09-1994